

VAE 에멀션 바인더의 적용과 안료 종류가 잉크젯 용지의 품질에 미치는 영향

김선구¹, 이용규^{2†}

접수일(2022년 5월 9일), 수정일(2022년 6월 7일), 채택일(2022년 6월 9일)

Effect of Application of Vinyl Acetate Ethylene Emulsion Binder and Type of Pigment on the Quality of Inkjet Paper

Sun-Goo Kim¹ and Yong-Kyu Lee^{2†}

Received May 9, 2022; Received in revised form June 7, 2022; Accepted June 9, 2022

ABSTRACT

Zeolites and precipitated calcium carbonate (PCC) were applied together with a vinyl acetate ethylene (VAE) emulsion to identify an alternative pigment for silica to improve runnability and develop the application technology for the VAE emulsion. The low shear and high shear viscosity of the coating color were decreased when zeolites were mixed with PCC. The coating color exhibited lower shear and higher shear viscosity when the emulsion contained VAE than when it containing poly(vinyl) alcohol. Silica with a large specific surface area and pore volume exhibited a small surface contact angle, and the coating color also showed a smaller contact angle with zeolites having a porous structure than with PCC. Silica with a large specific surface area and pore volume showed high print density. For each type of pigment, the print density of coated paper was higher when using zeolites than when using PCC. When the VAE emulsion binder was applied, the ink density decreased.

Keywords: Ink-jet paper, VAE emulsion, pigments, rheology, paper properties

1 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Department of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University), 학생

2 강원대학교 산림환경과학대학 제지공학과(Department of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University), 교수

† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: yklee@kangwon.ac.kr (Address: Department of Paper Science & Engineering, College of Forest & Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea)

1. 서론

잉크젯 인쇄 기술은 종이에 화상 인쇄가 상업화된 이후 여러 산업 분야에서 발전해왔으며 그래픽 품질의 향상과 고속, 연속 장비로 인해 계속 성장하고 있다. 또한 개인용 컴퓨터의 출력수단으로서뿐 아니라 산업용 프린터와 인쇄산업용 등 적용되는 산업 분야가 넓어졌기 때문이다. 산업기술의 발달로 화상정보 처리 능력이 개선되고 잉크젯 헤더의 기술고도화 등이 얻어낸 결과이기도 하다.¹⁻³⁾ 잉크젯 수용 코팅층 개발의 많은 부분은 잉크젯 잉크의 방울을 빠르게 흡수하도록 하는 친수성, 고다공성 표면을 설계해왔다. 이러한 표면을 설계하기 위해 잉크젯 용지에 주로 사용되는 안료인 실리카는 우수한 친수성의 특성을 가지고 있기 때문에 수성 염료잉크를 사용하는 잉크젯 프린터에 적합하며, 다공성의 구조를 가지고 있어 잉크젯 도공지에 주로 사용되고 있다. 하지만, 실리카는 비용부담이 매우 크다는 단점을 가지고 있으며, 도공액의 점도를 매우 증가시켜 유동성 불량과 작업성, 주행성 측면에서 여러 가지 문제점을 가지고 있다.^{4,5)} 이에 따라, 실리카의 비용부담을 해결하기 위하여 실리카와 특성이 비슷한 제올라이트를 대안으로 적용하고자 한다. 제올라이트는 다공질 구조를 가지고 있으며, 기공이 균일하고 분산 안정성이 뛰어나다는 특징을 가지고 있다. 현재는 흡착제와 촉매제 등으로 주로 사용되고 있으며 도공 안료로는 보고된 예가 거의 없는 실정이다. 또한, 기공이 균일하고 분산 안정성이 뛰어나다는 특성을 가지고 있고 제올라이트는 실리카에 비해 가격도 저렴한 것으로 알려져 있다.⁶⁻⁹⁾

바인더로 사용되고 있는 폴리비닐알코올은 수용성으로 접착성이 매우 우수한 바인더로 알려져 있다. 실리카와 비슷하게 친수성이기 때문에 수용성 염료 잉크를 사용하는 잉크젯 잉크와의 상용성도 우수하여 수용성 도공층을 요구하는 잉크젯 도공지에 적합한 바인더이다. 한편, VAE 에멀션 바인더는 세일가스에서 얻어지는 단량체를 원료로 이용하고 있어 석유계의 합성 라텍스 바인더에 비해 인체에 대한 유해성이 상대적으로 적고 PVA(OH)와 유사한 화학구조를 지니기 때문에 PVA(OH)와 함께 이용함으로써 기능성 부여와 작업성 개선 등을 목적으로 그 적용 가능성을 보여주고 있다.¹⁰⁻¹²⁾

따라서 본 연구에서는 국내 매장량이 적고, 가격적 측면이나 유동성 불량 및 고속 도공 측면에서 문제점을 가

지고 있는 실리카의 대체 안료의 탐색과 VAE 에멀션의 적용을 위해 제올라이트와 PCC를 VAE 에멀션과 함께 적용하여 배합조성을 설계하여 도공액과 잉크젯 도공지의 물성을 분석함으로써 고속 도공용 잉크젯 용지 제조와 배합조성 설계에 관련하여 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도공원지

본 연구에 사용된 원지는 국내 H사의 평량 80 g/m²의 백상지를 사용하였으며 그 물성은 Table 1에 나타내었다.

2.1.2 안료

본 연구에서는 Table 2와 같이 입자경은 유사하지만 비표면적과 공극 용적이 다른 두 종류의 실리카를 사용하였다. 또한 입자경은 2.0 μm의 경질탄산칼슘(PCC, precipitated calcium carbonate, HIT-1000(Baekkwang mineral Product Co., Ltd.)와 입자경 7.5 μm의 제올라이트(FUJIFILM Wako)를 사용하였다.

2.1.3 바인더

본 연구에서는 합성 바인더와 수용성 바인더를 각각 또는 혼용하여 배합 조성에 이용하였다. 합성 바인더로는 VAE 에멀션 바인더를 이용하였으며 수용성 바인더로는 PVA(OH)를 이용하였다. 각각의 물성은 Table 3과 Table 4에 나타내었다.

Table 1. Properties of base paper

| | |
|------------------------------|-----|
| Grammage (g/m ²) | 80 |
| Thickness (μm) | 100 |
| Opacity (%) | 99 |
| Brightness (%) | 89 |

Table 2. Properties of the silica pigments

| | Particle size (μm) | Surface area (m ² /g) | Pore volume (mL/g) |
|-----------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| Silica-A* | 3.5 | 310 | 1.6 |
| Silica-B* | 3.5 | 230 | 0.9 |

* Silica-A, B: Gel type silica

Table 3. Properties of the VAE synthetic binder

| | Particle size (nm) | Viscosity (mPa·s) ^{***} | Tg (°C) | Zeta potential (mV) ^{****} |
|-------------------|--------------------|----------------------------------|---------|-------------------------------------|
| VAE ^{**} | 170 | 474 | 8.1 | -43.3 |

^{**} VAE: vinyl acetate-ethylene (VAE) emulsion binder
^{***} Viscosity (mPa·s): tested by w/w 50% emulsion
^{****} Zeta potential (mV): tested by w/w 1% emulsion

Table 4. Properties of the PVA water-soluble binder

| | Molecular weight (Mw) | Degree of saponification (mol) |
|-----|-----------------------|--------------------------------|
| PVA | 22,000 | 86-88 |

2.1.4 기타 첨가제

본 연구에서는 기타 첨가제로 분자량 약 7,000의 분산제(sodium polyacrylate, WTY-117, CW-TECH,

Korea)를 이용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 도공액 제조

VAE 에멀션 바인더의 적용과 실리카 안료의 대체 안료에 따른 영향을 검토하고자 입자경은 유사하지만 비표면적과 공극 용적이 각기 다른 두 종류의 실리카를 각각 100 parts씩 배합한 코팅액과 각 실리카에 대체 안료로 PCC, 제올라이트를 50 parts씩 대체하여 배합조성을 설계하였다. 도공액의 고형분 농도는 실리카만 100 parts 배합한 경우 15%(w/w)가 되도록 배합 조성을 설계하였고, 대체 안료를 50 parts 대체했을 시, 도공액의 상호작용을 확인할 수 있는 농도인 20%(w/w)로 제조하였다. Group-PVAE에는 바인더로 PVA를 적용하였고(Table 5), Group-VAE에는 VAE 에멀션을 적용(Table 6)하여 코팅액을 제조하였다. 분산제의 첨가량은 0.3 parts로 고정하였다.

Table 5. Coating color formulations to evaluating the effects of pigments blending ratio (Group-PVA) (unit: pph)

| | | A | B | Ap | Az | Bp | Bz |
|-----------------------------|----------|-----|-----|-----|----|----|----|
| Pigments | Silica-A | 100 | - | 50 | 50 | - | - |
| | Silica-B | - | 100 | - | - | 50 | 50 |
| | PCC | - | - | 50 | - | 50 | - |
| | Zeolite | - | - | - | 50 | - | 50 |
| Binders | PVA | | | 20 | | | |
| | VAE | | | - | | | |
| Dispersant | | | | 0.3 | | | |
| Total solids content (wt %) | | 15 | | 20 | | | |

Table 6. Coating color formulations to evaluating the effects of pigments blending ratio (Group-VAE) (unit: pph)

| | | A | B | Ap | Az | Bp | Bz |
|-----------------------------|----------|-----|-----|-----|----|----|----|
| Pigments | Silica-A | 100 | - | 50 | 50 | - | - |
| | Silica-B | - | 100 | - | - | 50 | 50 |
| | PCC | - | - | 50 | - | 50 | - |
| | Zeolite | - | - | - | 50 | - | 50 |
| Binders | PVA | | | - | | | |
| | VAE | | | 20 | | | |
| Dispersant | | | | 0.3 | | | |
| Total solids content (wt %) | | 15 | | 20 | | | |

2.2.2 도공액의 물성 측정

저전단 점도는 DV-II viscometer(Brookfield, USA)를 이용하여 60 rpm 조건으로 측정하였다. 또한 모세관 타입의 고전단 점도계(AX-100, ACA systems Oy, Finland)를 이용하여 도공액의 점도를 측정하였다. 도공액의 유변특성을 비교하기 위해 레오미터(TA Instrument Co., Ltd., USA)를 이용하였다. 레올로지 특성의 평가는 점탄성 측정(viscoelastic property)을 실시하였다. 점탄성 측정은 변형률 1%에서 주파수 0.1-100 (rad/s)의 범위에서 주파수 의존성을 측정하였다.

2.2.3 도공지 제조

도공지는 실험실용 반자동 코터(K-control, RK Print Coat Instrument Co. Ltd., UK)를 사용하여 제조하였다. 도공층의 도공량은 편면 $10 \pm 1 \text{ g/cm}^2$ 로 조절하였다. 도공액을 도포한 원지는 열풍건조기(YJ-8600D, Yujin Electronics, S. Korea)에서 105℃, 25초의 조건으로 건조하였다.

2.2.4 도공지의 물성과 인쇄적성 평가

도공지의 백색도와 불투명도는 분광광도계(Elrepho 3300, Datacolor International, USA), 거칠음도는 거칠음도 측정기(Parker Print Surf, L&W Co. Ltd., Sweden)을 이용하여 측정하였다. 물의 접촉각은 접촉각 측정기(Goniometer PG-3 Matsubo Corporation, Japan)를 이용하여, 3 μL의 증류수를 한 방울 떨어뜨린 시점에서 1초가 경과된 후의 접촉각을 측정하여 평가하였다. 인쇄 품질의 평가를 위해 잉크젯 프린터(HP Officejet Pro 8100, HP Korea)를 이용하여 일정 면적(가로×세로: 20 mm×50 mm)에 그라데이션 스케일(gradation scale) 100%로 1가지 종류의 색(black)으로 인쇄하였고, 잉크 농도 측정기(Gretag Limited, CH-8105 Regensdorf, Switzerland)를 이용하여 인쇄 화상에 대한 인쇄적성(ink density)을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 도공액의 저전단 점도와 고전단 점도

3.1.1 도공액의 저전단 점도

안료 배합과 PVA(OH)와 VAE 에멀션 바인더를 이용

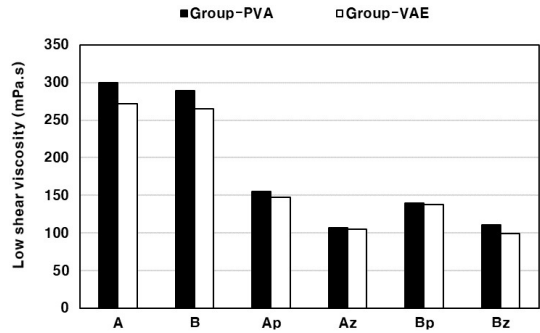


Fig. 1. Effect of pigments blending ratio on the low shear viscosity of coating colors.

하여 Tables 5와 6의 배합에 의해 제조한 도공액의 brookfield 점도 결과를 Fig. 1에 나타내었다. Silica-A와 B를 비교해 보면 비표면적과 공극 용적이 큰 Silica-A의 저전단 점도가 높은 것을 알 수 있었다. PCC와 제올라이트가 배합된 경우 제올라이트가 50 parts 배합된 도공액의 저전단 점도가 낮은 것을 알 수 있었다. 이는 안료의 크기가 큰 제올라이트가 상대적으로 비표면적이 작아 저전단 점도가 낮은 결과를 나타낸 것으로 생각된다. 바인더에 따른 영향은 VAE 에멀션 적용한 Group-VAE의 경우 모든 배합조성에서 PVA를 배합한 도공액보다 낮은 brookfield 점도를 나타내었다.

3.1.2 코팅액의 고전단 점도

안료의 형태 및 배합 조성과 PVA(OH)를 바인더로 적용한 제조한 도공액을 캐필러리 타입의 고전단 점도계를 이용한 고전단 점도 결과를 Fig. 2에 나타내었고, 동일

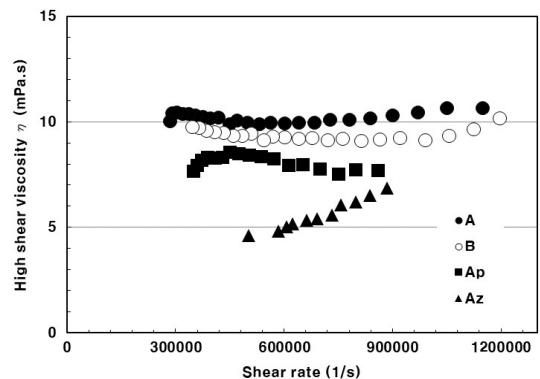


Fig. 2. Effect of pigments types on the high shear viscosity of the coating colors with PVA.

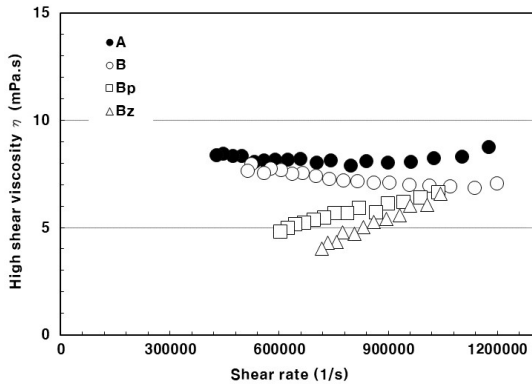


Fig. 3. Effect of pigments types on the high shear viscosity of the coating colors with VAE.

안료 배합조성에 VAE 에멀션을 바인더로 적용하여 제조한 도공액의 고전단 점도 결과를 Fig. 3에 나타내었다. Silica-A와 B를 비교해 보면 비표면적과 공극 용적이 큰 Silica-A의 고전단 점도가 높은 것을 알 수 있었다. 안료의 종류에 따라서는 PCC와 제올라이트가 50 parts 배합된 경우에는 도공액의 고전단 점도가 낮았고, 입자크기가 큰 제올라이트의 경우 3가지 안료에 따라서 가장 낮은 고전단 점도를 나타내 보였다. 이는 안료의 크기가 큰 제올라이트가 상대적으로 비표면적이 작아 저전단 점도가 낮은 결과를 나타낸 것으로 생각된다. 바인더에 따른 영향은 VAE 에멀션 적용한 Group-VAE의 경우 모든 배합조성에서 PVA를 배합한 도공액보다 낮은 고전단 점도를 나타내었다.

3.2 코팅액의 점탄성 특성

안료의 형태 및 배합 조성과 PVA(OH)를 바인더로 적용한 제조한 도공액의 저장탄성을 측정 결과를 Fig. 4에 나타내었고, 동일 안료 배합조성에 VAE 에멀션을 바인더로 적용하여 제조한 도공액의 저장탄성을 측정 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 두 그룹 모두 실리카만을 배합한 도공액의 탄성적 성질이 높은 것을 보였다. 작은 입자크기와 비표면적이 크고 높은 공극 용적이 도공액 내의 상호 작용에 영향을 미치는 것으로 사료된다. PCC와 제올라이트를 비교해 보면 제올라이트의 입자경이 PCC에 비해 커서 제올라이트가 다공성 구조를 갖더라도 PCC가 도공액 내에서보다 상호 작용을 하고 있는 것으로 생각된다.

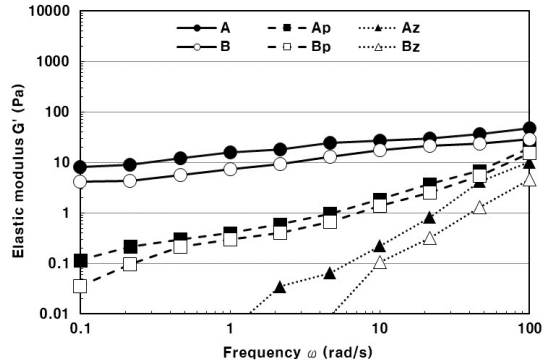


Fig. 4. Effect of pigments blending ratio on the viscoelastic property of the binder used PVA coating colors.

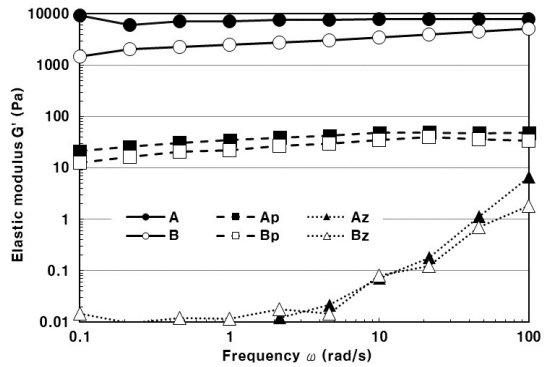


Fig. 5. Effect of pigments blending ratio on the viscoelastic property of the binder used VAE coating colors.

Group-PVA와 Group-VAE의 점탄성 특성을 비교해 보면 안료의 형태 및 종류와 관계없이 합성 바인더인 VAE 에멀션을 적용한 Group-VAE의 전 주파수 영역에 걸쳐 탄성적 성질이 높은 결과를 나타내었다. 사용된 합성 바인더인 VAE 에멀션 바인더가 선형인 PVA보다 구형이고 상대적으로 바인더 자체의 탄성적인 성질이 우수한 것이 주된 영향인자로 생각된다. 또한 이를 통해 코팅액 내 안료의 형태 및 종류와 바인더의 종류의 차이에 따라 서로 간의 패키징구조가 서로 다른 형태를 갖게 되며 바인더 배합 조성에 따라 각각 다른 점탄성 거동을 나타내는 것을 알 수 있었다.

3.3 도공지의 물성 평가

3.3.1 도공지의 광학적 특성

12종류의 잉크젯용 도공지 시료에 대한 백색도와 불투명도 결과를 각각 Figs. 6과 7에 나타내었다. 도공지의 백색도는 안료 자체 백색도에 의해 주로 영향하고 바인더의 종류와 배합비율에 의한 효과는 적어 바인더에 의한 차이는 거의 유사한 값을 나타내었다. 하지만 제올라이트를 배합한 경우 다소 낮은 백색도 결과를 나타내었다. 불투명도의 경우는 도공층의 공극 구조에 의해 주로 영향하는 것으로 알려져 있으며 안료의 종류와 입자경에 따라 상이한 결과를 나타내었다. 낮은 산란능력으로 높은 광학적 특성을 나타내는 PCC의 특성이 실리카에 비해 큰 차이는 나타나지 않은 것으로 보인다. 바인더의 배합조성의 차에 따른 영향은 미미한 것으로 생각되었다.

3.3.2 거칠음도

안료의 형태 및 배합 조성과 PVA(OH)와 VAE 에멀션

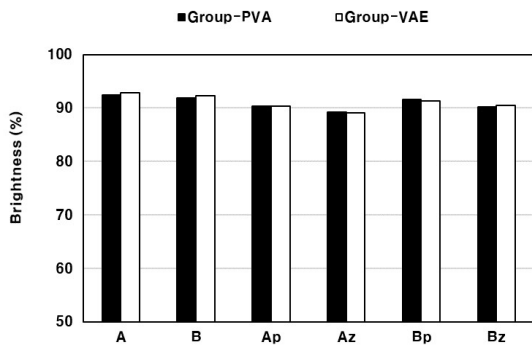


Fig. 6. Effect of pigments blending ratio on the brightness of coated papers.

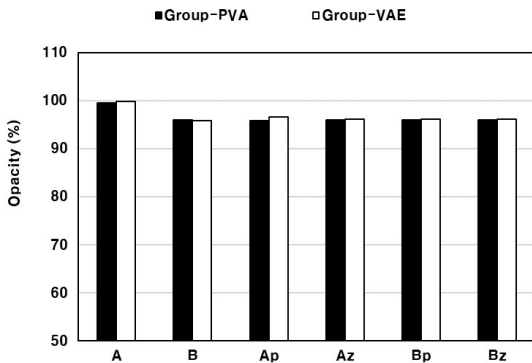


Fig. 7. Effect of pigments blending ratio on the opacity of coated papers.

바인더를 적용하여 제조된 12종류의 도공지 샘플 표면에 대한 거칠음도의 측정결과를 Fig. 8에 나타내었다. 실리카의 입자형태에 따라서 큰 차이를 나타내지 않았지만 안료 종류에 따라서 차이를 보였다. 거칠음도는 안료의 입자경이 영향하는 것으로 알려져 있는데 제올라이트의 경우 다른 비교 안료에 비해 입자경이 커 거칠음도가 높게 나타낸 것으로 사료된다. PCC의 경우 입자경이 작지만 안료 자체 표면전하 상태가 불안정하여 도공액 내에서 상호작용하면서 응집하려는 경향을 나타내 분산상태가 다른 안료에 비해 불량한 것으로 인한 결과라고 생각된다.

모든 안료 배합조성에 VAE 에멀션 바인더의 적용함에 따라 도공지 표면의 거칠음도가 증가하는 경향을 나타내었다. 선형 구조를 갖는 수용성 고분자(PVA(OH))는 건조에 의해 표면이 평활한 필름 형태의 구조를 형성하기 용이하지만 물에 분산된 에멀션 폴리머(VAE)는 연속필름을 형성하기 어렵고 안료와 안료 사이에 존재하므로 점점에 의한 바인딩 효과를 나타내는데 이것이 VAE 에멀션을 바인더로 적용함에 따라 도공지 표면의 거칠음도가 증가하는 이유로 생각되었다. 또한 수용성 고분자와 달리 에멀션 폴리머는 건조 과정에서 바인더에 의한 코팅층의 수축현상이 상대적으로 불규칙하게 발생하기 쉽기 때문에 VAE의 첨가비율이 증가함에 따라 도공층의 표면 거칠음도가 증가하는 데 영향을 미친 것으로 생각되었다.

3.3.3 표면 접촉각

Tables 5와 6의 배합조성을 이용하여 제조된 도공지

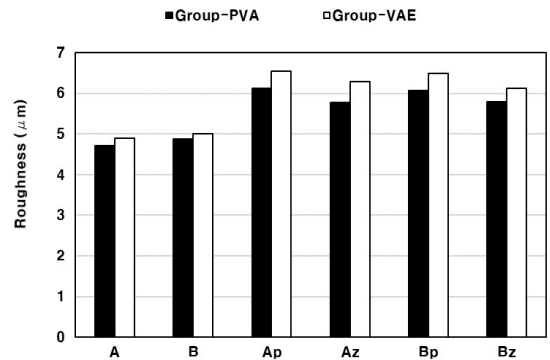


Fig. 8. Effect of pigments blending ratio on the roughness of coated papers.

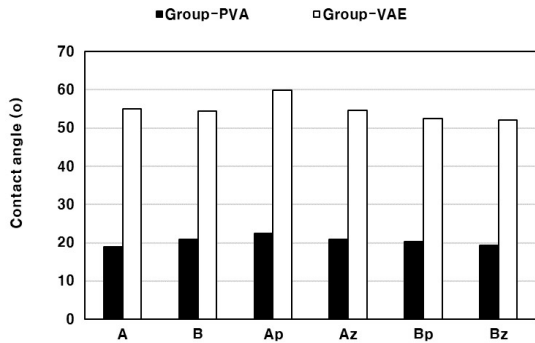


Fig. 9. Effect of pigments blending ratio on the contact angle of coated papers after 1 second.

시료 표면에 대한 물방울의 접촉각 측정 결과를 Fig. 9에 나타내었다. 안료별 Group-PVA와 Group-VAE를 비교해 보면 VAE 에멀션 바인더를 적용함에 따라 도공지 시료 표면에 대한 물방울의 접촉각이 증가하는 결과를 나타내었다. VAE 에멀션 바인더는 화학적으로 PVA(OH)와 유사한 구조를 갖고 있으며 스타이렌계 바인더에 비해 친수성의 성질을 나타내는 것으로 알려져 있지만 PVA(OH)와 달리 건조 필름을 형성했을 때 수분을 흡수하는 성질이 낮기 때문에 바인더로서 배합 비율이 증가함에 따라 도공층 표면의 초기 접촉각이 증가하는 것으로 판단되었다.

안료에 따른 표면 접촉각의 결과를 살펴보면 비표면적과 공극 용적이 큰 Silica-A가 Silica-B에 비해 보다 작은 표면 접촉각을 나타내었고, PCC보다 다공성 구조를 갖는 것으로 알려져 있는 제올라이트의 배합 시 작은 표면 접촉각을 나타내었다. 낮은 접촉각은 도공지의 표면에 에너지가 높다는 것을 의미하기 때문에 수분의 초기 침투가 큰 것으로 생각할 수 있다. 도공층의 공극 구조에 따라 각기 다른 흡수 특성을 나타내었다. 안료 자체의 비표면적과 공극 용적이 클수록 표면 에너지가 증가하는 것을 알 수 있었고 바인더의 화학적 조성이 이에 영향을 미치는 것을 확인하였다.^{13,14)}

3.3.4 인쇄적성

제조된 도공지 시료에 대해 잉크젯 프린터를 이용하여 인쇄 후 얻어진 인쇄물 표면의 잉크 농도의 측정 결과를 Fig. 10에 나타내었다. 안료에 따른 잉크 농도의 결과를 살펴보면 비표면적과 공극 용적이 큰 Silica-A가 높은

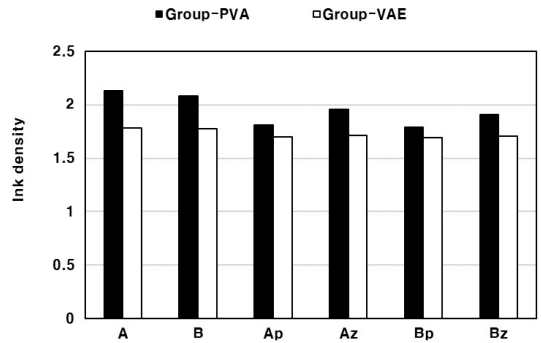


Fig. 10. Effect of pigments blending ratio on the ink density of coated papers.

인쇄농도 결과를 나타내었다. 안료의 종류별로 PCC보다 제올라이트의 배합 시 높은 인쇄농도 나타내었다. VAE 에멀션 바인더를 배합한 Group-VAE의 인쇄물의 잉크 농도는 감소하는 경향을 나타냈다. PVA(OH)와 비교해서 VAE 자체는 건조 필름을 형성하였을 때 화학 구조상 관능기의 차이로 상대적으로 잉크(수분)를 받아들여 색재를 정착시키는 능력이 부족하기 때문에 배합조성 내에 VAE 색재의 분포가 불균일해지고 잉크 농도가 감소하는 결과를 나타낸 것으로 판단되었다. 이와 같은 경향은 물방울의 흡수 특성을 나타낸 Fig. 9의 접촉각 측정 결과를 잘 반영하는 것을 알 수 있었다. 이에 바인더의 관능기와 필름 형성 능력의 차이 및 안료 배합에 따른 도공층의 공극의 변화가 인쇄적성에 영향을 미치는 것으로 사료된다.¹⁵⁾

4. 결론

본 연구에서는 국내 매장량이 적고, 가격적 측면이나 유동성 불량 및 고속 도공 측면에서 문제점을 가지고 있는 실리카의 대체 안료의 탐색과 VAE 에멀션의 적용을 위해 제올라이트와 PCC를 VAE 에멀션과 함께 적용하여 배합 조성을 설계하여 도공액과 잉크젯 도공지의 물성과 인쇄적성을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 비표면적과 공극 용적이 큰 실리카의 저전단, 고전단 점도가 높은 것을 알 수 있었다. PCC와 제올라이트가 배합된 경우 도공액의 저전단, 고전단 점도가 낮은 것을 알 수 있었다. 바인더에 따른 영향은 VAE

- 에멀션 적용한 Group-VAE의 경우 모든 배합 조성에서 PVA를 배합한 도공액보다 낮은 저전단, 고전단 점도를 나타내었다.
- 2) 실리카만을 배합한 도공액의 탄성적 성질이 높은 것을 보였다. 또한 안료의 형태 및 종류와 관계없이 VAE 에멀션을 적용한 도공액의 전 주파수 영역에 걸쳐 탄성적 성질이 높은 결과를 나타내었다.
 - 3) 제올라이트와 PCC의 경우 실리카만 배합한 경우보다 표면이 거친 결과를 보였다. VAE 에멀션 바인더의 적용 시 필름 형성 능력 차이로 인해 거칠어지는 경향을 나타내었다. 백색도와 불투명도의 경우 안료의 종류와 입자경에 따라 상이한 결과를 나타내었다.
 - 4) 안료에 따른 표면 접촉각의 결과를 살펴보면 비표면적과 공극 용적이 큰 실리카가 작은 표면 접촉각을 나타내었고, PCC보다 다공성 구조를 갖는 것은 제올라이트의 배합 시 작은 표면 접촉각을 나타내었다. 비표면적과 공극 용적이 큰 Silica-A가 높은 인쇄농도 결과를 나타내었다. 안료의 종류별로 PCC보다 제올라이트의 배합 시 높은 인쇄농도 나타내었다. VAE 에멀션 바인더를 배합한 인쇄물의 잉크 농도는 감소하는 경향을 나타냈다.

사 사

본 연구는 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2020R1I1A3A04037788). 캐필러리형 고전단 점도계의 사용이 가능하도록 도움을 주신 삼보과학(주) 김원경 대표님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

Literature Cited

1. McFadden, M. G. and Donigian, D. W., Effect of coating structure and optics on inkjet printability, 1999 TAPPI Coating Conference, pp. 169-177 (1999).
2. Misawa, E. and Nutbeem, C., Recent trends in coating pigment use and formulation practice in asia and western markets, Journal of Japan TAPPI 67(9):977-986 (2013).
3. Morita, N., Ueki, H., and Motosugi, U., Paper and ink technology applied for high-speed inkjet production printing, Journal of Japan TAPPI 71(6):83-88 (2017).
4. Giuliano M., Laudone, G., Matthews, G. P., and Gane, P. A. C., Observation of shrinkage during evaporative drying of water-based paper coating, Industrial & Engineering Chemistry Research 43(3):712-719 (2004).
5. Jeong, K. M., Won, J. M., Lee, Y. K., and Koseki, K., Review: The advanced inkjet printing technology - UV curable jet ink, Journal of Korea TAPPI 46(2):46-56 (2014).
6. Jalindre, S. S., To Investigate the absorption, dynamic contact angle and printability effects of synthetic zeolite pigments in an inkjet receptive coating, Rochester Institute of Technology (2011).
7. Krainer, S., Saes, L., and Hirn, U., Predicting inkjet dot spreading and print through from liquid penetration-and picoliter contact angle measurement, Nordic Pulp & Paper Research Journal 35(1):124-136 (2020).
8. Arif, O. and Dogan, T., The effect of zeolite on inkjet coated paper surface properties and deinking, Nordic Pulp & Paper Research Journal 35(3):432-439 (2020).
9. Lee, Y. K., An, K. H., and Lee, K. S., Influence of mixing ratio of pigments on ink-jet printing properties, Journal of Korea TAPPI 34(1):30-36 (2002).
10. Kim, S. G., Jeong, K. M., and Lee, Y. K., Effective use of binder composition in functional coating (I) - Flow characteristics of coating dispersion and properties of coated paper, Journal of Korea TAPPI 52(4):52-62 (2020).
11. Kim, S. G., Jeong, K. M., and Lee, Y. K., Basic study on manufacturing ink-jet paper for high speed coating (I): Composition of

- binder and properties of ink-jet paper, Journal of Korea TAPPI 52(6):140-148 (2020).
12. Kim S. G. and Lee Y. G., Basic study on manufacturing of inkjet paper by high-speed coating (II) - Effects of binder composition on rheological property of inkjet coating colors -, Journal of Korea TAPPI 53(5):115-121 (2021).
 13. Lee, Y. K. and Lee, H. M., The effect of precipitated calcium carbonate having a small particle size on the print quality of an ink-jet-grade paper, Journal of Korea TAPPI 37(2):38-46 (2005).
 14. Lee, H. M., Kim, C. K., and Lee, Y. K., Influence of the type and blending ratio of binders on ink-jet printing properties, Journal of Korea TAPPI 34(2):22-31 (2002).
 15. Lyne, M. B. and Aspler, J. S., Paper for ink jet printing, TAPPI Journal 68(5):106-110 (1985).